

ВІДГУК
офіційного опонента
на дисертаційну роботу
Махоніна Миколи Віталійовича
«Метод визначення параметрів генератору медичного озону
для ефективного підвищення його продуктивності»,
яку подано на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук
за спеціальністю 05.11.17 – біологічні та медичні прилади і системи

Актуальність теми дисертації.

Актуальність розробки, що спрямована на удосконалення технічних засобів та методів озонотерапії, не викликає сумнівів. В роботі вирішується наукова задача щодо підвищення ефективності роботи генератора медичного озону за рахунок визначення оптимальних параметрів його складових частин, що дозволяє підвищити якість процедур озонотерапії. Найважливішою умовою медичної результативності цього методу є забезпечення коректного персоніфікованого дозування озону з урахуванням індивідуальної варіабельності. Метод має достатньо високу медичну ефективність, тому розробка технічних засобів для підвищення ефективності процедур озонотерапії є дуже актуальною науковою задачею на сучасному етапі розвитку біомедичної інженерії.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Роботу виконано на кафедрі «Промислова і біомедична електроніка» НТУ «ХПІ» згідно плану держбюджетних НДР МОН України: «Дослідження слабких енергетичних перетворювань у кліткових структурах на основі явища п'єзобіосинтезу» (ДР № 0115U000542), «Метод телемедичного комп'ютерного контролю та діагностики стану здоров'я людини за результатами вимірювання апріорі невизначених біоелектричних сигналів» (ДР № 0110U001246), у яких здобувач був виконавцем окремих розділів.

Обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій, що викладені у роботі забезпечується завдяки коректному формулюванню задач щодо проведених досліджень, підтвердженням адекватності

запропонованих методів та математичних моделей, коректним застосуванням методів моделювання та проведення експериментальних досліджень щодо генерації медичного озону та успішною апробацією з впровадженням результатів дослідження. Основні наукові результати обговорювалися на різних вітчизняних та закордонних науково-технічних конференціях і семінарах.

Наукова новизна одержаних результатів.

Отримані наукові результати є суттєвим внеском у подальший розвиток методів озонотерапії, а саме:

- отримала подальший розвиток математична модель синтезу озону в бар'єрному розряді на основі методу репрезентативного елементарного об'єму, яка, на відміну від існуючої, враховує не тільки параметри напруги живлення і розміри камери, але і хімічні та дифузійні процеси, які відбуваються в розрядному проміжку, що дозволяє розрахувати параметри ОКС, що синтезується у розрядній камері генератора МО.

- вперше встановлено кількісний зв'язок впливу параметрів електричної енергії на синтез озону у розрядній камері коаксіального типу, які ґрунтуються на проведеному комп'ютерному моделюванні, що дозволили встановити робочий діапазон зміни цих параметрів при синтезі ОКС у розрядній камері.

- удосконалено розроблено просторову модель коаксіальної розрядної камери генератора МО і виконано комп'ютерне моделювання об'ємної витрати газу в її розрядному проміжку, яка, на відміну від існуючих, дозволяє враховувати вплив зміни пневматичного опору на виході пневматичного тракту, що дозволило визначити кількісні показники течії ОКС у розрядній камері.

- вдосконалено метод визначення параметрів складових генератора МО, який відрізняється від відомих тим, що враховує геометричні розміри розрядної камери, параметри ОКС та енергоефективність синтезу озону та дозволяє ефективно підвищити продуктивність генератора МО.

Практичне значення одержаних результатів полягає в тому, що:

одержаний перелік параметрів, що чинять найбільший вплив на

продуктивність генератора медичного озону, дозволяє надати практичні рекомендації до проектування медичних систем озонотерапії.

Реалізовано дослідний зразок генератора медичного озону з удосконаленою системою автоматичного регулювання витрати газу, що дозволяє забезпечити виконання широкого спектру процедур озонотерапії.

Розроблений метод визначення параметрів генератора озону впроваджено у навчальний процес кафедри промислової і біомедичної електроніки Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» та у Науково-виробничому підприємстві «Еконіка» (м. Одеса), що підтверджено актами впровадження.

Розроблений дослідний зразок пройшов медичну апробацію в Інституті медичної радіології ім. С.П. Григор'єва НАМНУ та медичному центрі «Пульс медика», що підтверджено актами медичної апробації.

Практичні результати роботи не викликають сумнівів та підтверджуються відповідними актами впроваджень.

Оцінка основного змісту дисертації.

Дисертаційну роботу Махоніна Миколи Віталійовича спрямовано на розробку методу для підвищення ефективності генератору медичного озону та визначення відповідних впливових параметрів для проведення озонотерапії.

Дисертаційна робота складається з анотації, вступу, 4 розділів основного тексту, висновків, списку використаних джерел та додатків. Повний обсяг дисертації становить 159 сторінок; з них 56 рисунків за текстом; 9 таблиць за текстом; список використаних джерел зі 94 найменувань на 10 сторінках; 6 додатків на 23 сторінках.

У вступі наведено актуальність роботи, сформульовано мету, об'єкт, предмет і основні методи дослідження, визначено наукову новизну та практичне значення отриманих результатів, наведено перелік публікацій за темою дисертації із зазначенням особистого внеску здобувача та відомості про впровадження результатів дисертаційної роботи.

У першому розділі проведено огляд щодо використання озону у медицині, його властивості та шляхи синтезу. Наведено основні способи отримання озону. Зазначено, що для проведення процедур озонотерапії

використовуються генератори на основі бар'єрного розряду, які мають широкі можливості регулювання діапазону параметрів отримуваної озон-кисневої суміші, а у якості робочого газу використовується медичний кисень. Обґрунтована необхідність вдосконалення генераторів медичного озону за рахунок більш детального аналізу впливу їх складових для якісного забезпечення при проведенні процедур озонотерапії, сформульовано мету і задачі дисертаційного дослідження.

Другий розділ присвячено розробці та удосконаленню моделей синтезу озону в розрядній камері генератора медичного озону. При створенні математичної моделі використовувався підхід з моделюванням процесів за допомогою репрезентативного елементарного об'єму. Це дозволяє застосувати розроблену математичну модель до розрядних камер будь-якої конструкції як універсальну.

Створено модель синтезу озону у розрядній камері дозволила визначити концентрацію синтезованого озону з урахуванням не тільки параметрів напруги живлення і розмірів камери, але й хімічних та дифузійних процесів.

Третій розділ присвячено удосконаленню моделі синтезу озону при роботі в динамічних умовах, а також розробці методу визначення параметрів генератора медичного озону, для чого необхідно визначити вплив параметрів електричної енергії та об'ємної витрати робочого газу на синтез озону у розрядній камері.

Аналіз результатів досліджень даної моделі показав, що використання імпульсної змінної напруги приводить до меншого нагрівання розрядної камери генератора медичного озону, ніж використання синусоїдальної напруги. Отримана модель дозволяє визначити характер течії в міжелектродному просторі розрядної камери. Характер такої течії може бути як ламінарним, так і турбулентним, що значно впливає на теплообмін і концентрацію озону, а також на протікання електричних процесів у самій розрядній камері.

У четвертому розділі запропоновано реалізацію пневматичної системи витрати газу, проведено дослідження дослідиного зразка генератору озону, а також складено основні медико-технічні вимоги до сучасних генераторів медичного озону.

Складено технічні характеристики та проведено дослідження

розробленого дослідного зразка сучасного генератора медичного озону.

У **додатках** наведено акт впровадження результатів дисертаційної роботи у навчальний процес на кафедрі промислової і біомедичної електроніки НТУ «ХПІ»; акт впровадження результатів дисертаційної роботи у Науково-виробничому підприємстві «Еконіка»; акти про медичну апробацію в Інституті медичної радіології ім. С.П. Григор'єва НАМНУ, медичному центрі «Пульс медика»; список публікацій здобувача за темою дисертації; результати досліджень розробленого дослідного зразка генератора МО.

У **висновках** сформульовано основні теоретичні положення та результати роботи.

У **додатках** наведено акт впровадження результатів дисертаційної роботи у навчальний процес на кафедрі промислової і біомедичної електроніки НТУ «ХПІ»; акт впровадження результатів дисертаційної роботи у Науково-виробничому підприємстві «Еконіка»; акти про медичну апробацію в Інституті медичної радіології ім. С.П. Григор'єва НАМНУ, медичному центрі «Пульс медика»; список публікацій здобувача за темою дисертації та результати досліджень розробленого дослідного зразка генератора медичного озону.

Відповідність дисертаційної роботи вимогам МОН України

В цілому текст дисертації викладено досить логічно і обґрунтовано. Кожен з розділів має чітку специфіку, котра у сукупності свідчить про цілісність та завершеність дисертаційної роботи.

Представлена дисертаційна робота є завершеним науковим дослідженням, яка написана науковою мовою. Зміст дисертації, структура, послідовність та повнота розв'язаних задач цілком відповідають темі роботи. Робота відповідає сучасним вимогам МОН України, які пред'являються до кандидатських дисертацій.

Повнота викладення результатів в опублікованих працях.

За матеріалами дисертації опубліковано у 17 наукових публікаціях, з яких: 5 – у фахових виданнях України; та 12 тез доповідей, з яких 2 роботи індексуються у наукометричній базі Scopus.

Представлені публікації повністю відображають повноту і новизну

наукових положень, а також зміст дисертаційної роботи. Авторський внесок в публікації є очевидним.

Автореферат за змістом, науковою новизною, практичною значимістю отриманих результатів та висновками повністю адекватний рукопису дисертаційної роботи та відповідає сучасним вимогам МОН України.

Основні наукові положення, висновки і рекомендації дисертації обґрунтовано коректним використанням математичного апарату, постановою та отриманням експериментальних їх результатів та підтверджені впровадженням в практичну діяльність результатів дисертації, Отриманий збіг теоретичних положень із експериментальними результатами. Тематика дисертації, її зміст і форма викладання матеріалу в повній мірі відповідають паспорту спеціальності 05.11.17 – біологічні та медичні апарати і системи.

Недоліки та зауваження до роботи:

1. На мій погляд не зовсім зручно сформульовано назву роботи, можливо, наприклад, «Метод підвищення продуктивності генератору медичного озону»

2. Потрібно було запатентувати результати роботи, що стосуються удосконалення технічного засобу – генератору медичного озону.

3. У другому розділі не обґрунтовано виборі розміру репрезентативного елементарного об'єму, що дорівнює $0,001 \text{ мм}^3$.

4. У підрозділі 3.3 не обґрунтовано вибір параметрів електричної енергії, яка живить розрядну камеру.

5. При описі медичної апробації не вказано, які самі та скільки було проведено процедур озонотерапії з використанням розробленого зразка.

6. Загальні висновки по роботі не носять характеру рекомендацій.

7. У тексті дисертації зустрічаються різні позначення однакових за змістом величин, так у виразі (1.5) товщина діелектрика позначається «h B », а у виразі (2.45) вона вже позначена як «d» та окремі орфографічні та стилістичні помилки.

Наведені зауваження не зменшують наукової новизни і практичної значимості дисертаційної роботи, але і не прикрашають її.

Загальний висновок.

Вважаю, що дисертаційну роботу слід оцінити як завершену наукову працю, що містить нові науково обґрунтовані теоретичні і практичні результати, які, в сукупності, дозволяють вирішити завдання щодо підвищення ефективності генератору медичного озону, робота відповідає сучасним вимогам МОН України, зокрема п. 9, 11-14 "Порядку присудження наукових ступенів". Зміст автореферату повністю відображає основні положення дисертації та отримані наукові і практичні результати. Робота повністю відповідає паспорту спеціальності 05.11.17 – біологічні та медичні прилади і системи, а її автор, Махонін Микола Віталійович заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.11.17 – біологічні та медичні прилади і системи.

Офіційний опонент

доктор технічних наук, професор,
завідувач кафедри біомедичної інженерії
Харківського національного
університету радіоелектроніки



О.Г. Аврунін

Підпис Авруніна О.Г. засвідчую.

Учений секретар



І.В. Магдаліна